



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3371-5888

NORMA DNIT 087/2006 – ES

Execução e acabamento do concreto projetado – Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.607.000.720 / 2006 - 18

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 11/07/2006.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Obras-de-arte especiais, recuperação de pontes, concreto projetado, execução.

Nº total de
páginas

07

Resumo

Este documento define a sistemática a ser observada na execução e acabamento do concreto projetado na recuperação de obras-de-arte especiais. Descreve os procedimentos que incluem referência a materiais, equipamentos, mão-de-obra especializada, preparações preliminares, dosagem, aplicação do concreto projetado e controle de qualidade. Aborda ainda, o manejo ambiental, a inspeção e os critérios de medição.

Abstract

This document describes the method of executing and finishing pieces made of jet concrete while restoring special road engineering structures. It deals with the choice of materials, equipment, specialized workmanship, preliminary preparations, dosage, the application of jet concrete and quality control. It also deals with environmental management, inspection and criteria for job measurements.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas e bibliográficas	2
3 Definições	2

4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas.....	3
6 Descrição geral, equipamentos e equipes básicas	4
7 Aplicação do concreto ou de argamassa projetada	5
8 Acabamento	5
9 Manejo ambiental	5
10 Inspeção.....	6
11 Condições de conformidade e não conformidade.....	6
12 Critérios de medição.....	6
Índice geral.....	7

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa para servir como documento base na definição da sistemática para ser empregada na execução e acabamento de concreto projetado na recuperação de obras-de-arte especiais. Esta Norma está baseada na DNIT 001/2002 – PRO.

1 Objetivo

Esta Norma tem como objetivo estabelecer os procedimentos a serem seguidos nos serviços de

recuperação de obras-de-arte especiais onde seja necessária a aplicação do concreto projetado, com ou sem acabamento.

2 Referências normativas e bibliográficas

2.1 Referências normativas

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6118*: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- b) _____. *NBR 7190*: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- c) _____. *NBR 8800*: projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (método dos estados limites). Rio de Janeiro, 1986.
- d) _____. *NBR 12655*: concreto – preparo,, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 1996.
- e) _____. *NBR 13597*: procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca. Rio de Janeiro, 1996.
- f) _____. *NBR 14026*: concreto projetado: especificação. Rio de Janeiro, 1997.
- g) _____. *NBR 14279*: concreto projetado – aplicação por via seca: procedimento. Rio de Janeiro, 1999.
- h) _____. *NM 2*: cimento, concreto e agregados - terminologia – lista de termos. Rio de Janeiro, 2000.

2.2 Referências bibliográficas

- a) AMERICAN CONCRETE INSTITUTE *Concrete repair manual*. 2nd. ed.. Farmington Hills, MI, 2003.
- b) INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR INSTITUTE. *Technical guidelines*. Des Plaines, IL., 1992,1996.
- c) MALLETT, G. P. *Repair of concrete bridges: state of the art review*. London: Thomas Telford; New York: ASCE, 1994.

- d) RAINA, V. K. *Concrete bridges: inspection, repair, strengthening, testing and load capacity evaluation*. New York: McGraw-Hill, 1996.

3 Definições

3.1 Concreto projetado (shotcrete)

Concreto com dimensão máxima característica do agregado maior ou igual a 9,5mm, transportado através de uma tubulação e projetado sob pressão sobre uma superfície, com compactação simultânea.

3.2 Argamassa projetada (gunite)

Argamassa com dimensão máxima característica do agregado inferior a 9,5mm, transportada através de uma tubulação e projetada sob pressão sobre uma superfície, com compactação simultânea.

3.3 Processo por via seca

Processo no qual os agregados somente podem se apresentar úmidos e a maior parte da água é adicionada no mangote ou no bico de projeção.

3.4 Processo por via úmida

Processo no qual todos os ingredientes, incluindo a água, são misturados antes de serem introduzidos no equipamento de projeção.

3.5 Superfície de aplicação

Superfície onde incide o jato de argamassa ou concreto projetado.

3.6 Reflexão (rebound)

Fenômeno pelo qual parte do material projetado é refletido, não sendo incorporado à estrutura.

3.7 Desplacamento

Destacamento total ou parcial de massa já projetada, podendo ou não ocorrer sua queda.

4 Condições gerais

O concreto projetado, que pode ser lançado por via seca ou por via úmida, apresenta as seguintes vantagens

principais que, de certa forma, o torna superior ao concreto aplicado de forma convencional:

- a) baixa relação água/cimento;
- b) alta resistência e rápido ganho de resistência;
- c) alta resistência e baixa permeabilidade;
- d) melhor aderência a um substrato adequadamente preparado;
- e) aplicação rápida e econômica de grandes volumes;
- f) redução ou eliminação do custo de formas;
- g) facilidade de acesso a áreas restritas.

Outras características do concreto projetado:

- a) o concreto projetado por via seca e o concreto projetado por via úmida conseguem melhor aderência em substratos secos que em substratos úmidos;
- b) a resistência do substrato e o ar nele entranhado têm pouca influência na aderência do concreto projetado;
- c) os resultados dos ensaios do concreto projetado por via seca são mais variáveis que os ensaios do concreto projetado por via úmida em virtude da dificuldade de controle da relação água-cimento.

5 Condições específicas

5.1 Materiais

Ver NBR 14026/1997

5.2 Requisitos de projeto

Ver NBR 14026/1997

5.3 Requisitos de execução

Ver NBR 14026/1997

5.4 Estudos prévios

Ver NBR 14026/1997

5.5 Controle da qualidade

Ver NBR 14026/1997

5.6 Diretrizes complementares

- a) em geral, o concreto projetado por via seca é o mais adequado para recuperação de concreto em pontes;
- b) o cimento Portland comum, que obedece às especificações-padrão, é adequado para o concreto projetado;
- c) a areia, que obedece às especificações-padrão, deve ter uma granulometria contínua, porém não muito fina, para não aumentar o slump, e nem muito grossa, para não aumentar o rebound;
- d) a relação água-cimento deve variar entre 0,35 e 0,50, e o concreto a projetar deve ser úmido bastante para reduzir o rebound;
- e) o concreto ou a argamassa projetada deve ter uma resistência, pelo menos, 20% maior que a resistência do substrato;
- f) o concreto contaminado do elemento a ser recuperado deve ser removido até que se atinja o concreto sã: no mínimo, todo o cobrimento da armadura deve ser removido. A remoção deve eliminar todas as arestas, arredondando-as; cumpridas estas etapas, a superfície a ser tratada deve ser submetida a um jateamento de areia, ficando em condições de receber o concreto projetado ou a argamassa projetada;
- g) toda a armadura exposta, já existente ou resultante da remoção do concreto e do jateamento de areia, deve ser vigorosamente limpa, com escova de aço ou com jateamento de areia; se a armadura estiver corroída e com redução de seção superior a 10%, ela deve ser removida e substituída por uma nova; antes da aplicação do concreto projetado, a nova armadura deve ser envolvida por uma pasta de cimento puro;

- h) a armadura adicional, se necessária, deve, preferivelmente, ser soldada na armadura existente; caso isto não seja possível ou conveniente, a armadura adicional, com traspasse, deve, quando possível, guardar uma distância mínima de dois diâmetros das outras barras, para garantir um envolvimento adequado de concreto;
- i) uma espessura de 25 a 40mm de concreto projetado pode ser depositada em uma única operação; se a espessura total desejada tiver que ser alcançada em operações sucessivas, deve-se permitir que a última camada inicie a pega sem, entretanto, endurecer; as diversas aplicações serão feitas, sempre, sobre superfícies úmidas;
- j) uma cura adequada e prolongada por, no mínimo dez dias, deve ser garantida;
- k) deve ser evitada a aplicação de concreto projetado ou argamassa projetada em condições meteorológicas adversas: temperaturas muito baixas, menos de 10° C, ou muito altas, mais de 35° C, ventos fortes e chuvas intensas.

6 Descrição geral, equipamentos e equipes básicas

6.1 Concreto ou argamassa projetada por via seca

6.1.1 Descrição geral

O material a ser projetado é colocado, seco ou ligeiramente úmido, em uma máquina de projeção especial e misturado com ar comprimido; a mistura é transportada através de uma mangueira ao bico de saída, onde água e aditivos são introduzidos.

Em seguida, todos os componentes são lançados contra um substrato já preparado, pela força do ar comprimido.

6.1.2 Aplicações indicadas

Grandes superfícies verticais e superfícies inferiores elevadas com armadura constituída de barras finas e pouco densas.

6.1.3 Materiais necessários

Agregados com granulometria contínua, cimento e aditivos; a mistura deve ser proporcionada para levar em conta as perdas por rebound; os aditivos são usados para reduzir o tempo de pega ou para permitir que as camadas aplicadas em uma simples operação possam ter espessuras maiores.

6.1.4 Equipamentos

Compressor, máquina de projeção da mistura, mangueira de água e mangueira de mistura com bicos reguladores e dosador de aditivos.

6.1.5 Equipe básica

- a) encarregado classificado como mangoteiro;
- b) mangoteiro qualificado;
- c) auxiliar de mangoteiro;
- d) operador de máquina;
- e) ajudantes e serventes.

6.2 Concreto ou argamassa projetada por via úmida

6.2.1 Descrição geral

Todos os materiais componentes do concreto ou argamassa a ser lançada, inclusive a água, cuidadosamente pré-misturados, são colocados na bomba de concreto e transportados através de uma mangueira até o bico de saída, onde são introduzidos os aditivos, se necessários, e o ar comprimido, que lança o material contra o substrato a ser recuperado.

6.2.2 Aplicações indicadas

Grandes superfícies verticais armadas com barras finas e armaduras pouco densas embutidas no substrato.

6.2.3 Materiais necessários

Mistura que possa ser bombeada, com baixo slump, para que não se deforme quando impactada no substrato já preparado.

6.2.4 Equipamentos

Bomba de Concreto, Mangueira de Transporte de Concreto, Mangueira de Ar Comprimido e Bico de Projeção.

6.2.5 Equipe básica

Equipe idêntica à definida no Item 6.1.5.

7 Aplicação do concreto ou da argamassa projetada

- a) antes do início da aplicação, verificar se materiais e equipamentos estão em condições de permitir uma operação contínua e eficiente;
- b) se a preparação das superfícies foi efetuada dias ou semanas antes da aplicação, o substrato deve ser novamente limpo e umedecido;
- c) o concreto projetado por via seca e o concreto projetado por via úmida utilizam diferentes tipos de equipamentos, com os quais a equipe básica deve estar perfeitamente familiarizada;
- d) espessura da aplicação e posição de trabalho: o concreto projetado pode ser aplicado em camadas ou em uma só camada, dependendo da posição de trabalho; em faces inferiores de superfícies elevadas, o jateamento é efetuado em camadas, de 25 a 50mm, para evitar ondulações e deslocamentos; superfícies verticais admitem espessuras maiores enquanto que em superfícies planas e horizontais, a aplicação pode ser feita de uma só vez. Em qualquer caso, é o comportamento do material aplicado que comanda a espessura das camadas;
- e) o rebound é um sub-produto indesejável do jateamento, que pode ser controlado ou minimizado pela habilidade do operador; em nenhuma hipótese este sub-produto pode ser reaproveitado.

8 Acabamento

No concreto projetado por via seca, o acabamento natural é o desejável, sob o ponto de vista estrutural e de durabilidade; o concreto projetado tem muito pouco excesso de água para permitir qualquer acabamento, sem a colocação de uma fina camada adicional, com características especiais; sem a camada adicional, há sérios riscos de quebra de aderência com o substrato, de redução da coesão e da formação de fissuras.

No concreto projetado por via úmida as condições são um pouco melhores, em virtude de sua maior consistência.

O acabamento chamado desempenado, com régua, colher de pedreiro ou desempenadeira, só deve ser feito sobre uma fina, da ordem de 6mm, e bastante úmida camada de argamassa projetada; acabamentos melhores podem ser conseguidos com esponjas de borracha e escovas de pelo fino.

9 Manejo ambiental

O concreto projetado envolve uma série de atividades distintas, cada uma com restrições particulares e quase todas exigindo cuidados especiais no manejo ambiental.

Uma vez que a distância recomendável entre o bico de projeção e o substrato é de cerca de 25 cm, as plataformas de acesso são indispensáveis.

As principais restrições, discretizadas, são:

- a) onde forem necessárias plataformas de acesso, devem ser evitadas, ou minimizadas, aberturas de clareiras e picadas e o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar sua desfiguração;
- b) a preparação das superfícies com apicoamentos, jateamentos de areia e de ar, provoca poeiras e detritos que devem ser confinados e coletados;
- c) equipamentos e instalações devem ser colocados a uma distância segura das poeiras e detritos gerados;
- d) os jateamentos d'água utilizam água e produzem detritos que devem ser captados e conduzidos a escoadouros naturais;

- e) a aplicação do concreto projetado é, por si só, um processo gerador de ruídos, poeiras e sobras de material não aproveitado em virtude do rebound;
- f) todo o material, proveniente dos tratamentos ou excedente de qualquer natureza, imediatamente após a conclusão das obras, deve ser removido para locais previamente determinados.

- b) identificação das fissuras e avaliação de seus efeitos no comportamento, tanto estrutural quanto funcional, e na durabilidade da peça;
- c) visualização dos aspectos construtivos, quanto ao acabamento do concreto e à segregação do material;
- d) avaliação das ocorrências de infiltrações d'água e os seus efeitos causados na estrutura.

10 Inspeção

O concreto projetado envolve uma seqüência de operações interdependentes: uma simples operação mal executada pode por a perder todo o trabalho; assim, o recebimento e a preparação dos materiais, a verificação da calibragem e do estado dos equipamentos, a experiência e a suficiência da equipe e o controle da qualidade do produto final devem ser inspecionados por pessoal qualificado, supervisionado por engenheiro experiente.

11 Condições de conformidade e não-conformidade

Este Item será uma transcrição do Item 7, Aceitação e Rejeição, da NBR 14026/1997.

“A resistência à compressão do concreto projetado deve ser analisada em função de testemunhos extraídos de placas de controle, moldadas concomitantemente à projeção do concreto e, quando viável, da própria estrutura.”

“Além da resistência à compressão, o concreto deve atender aos requisitos cabíveis estabelecidos nesta Especificação, em conformidade com 5.2.”

“Quando cabíveis, devem ser consideradas as seguintes exigências:

- a) avaliação da espessura através do testemunho extraído da estrutura;

O campo amostral e a frequência de ensaios, objeto desta análise, serão função do volume de concreto projetado e do tempo de duração de cada etapa de aplicação.

A estrutura deve ser rejeitada quando não houver atendimento aos requisitos estabelecidos pelo projeto específico, tal como citado em 4.1 e 5.2”.

12 Critérios de medição

Os serviços, diferenciados, devem ser medidos por etapas, conforme indicado a seguir:

- a) construção de plataformas de acesso: por m² de área construída;
- b) remoção de concreto: por m² de área tratada;
- c) jateamento de areia: por m² de área tratada;
- d) jateamento de água: por m² de área tratada;
- e) jateamento de ar: por m² de área tratada;
- f) armadura complementar: por kg de aço;
- g) concreto projetado: por m³ de concreto aplicado;
- h) acabamento: por m² de superfície tratada.

Índice Geral

Abstract	.....	1	Estudos prévios	5.4.....	3
Acabamento	8.....	5	Índice geral	.....	7
Aplicação do concreto ou da argamassa projetada	7.....	5	Inspeção	10.....	6
Aplicações indicadas	6.1.2; 6.2.2.....	4	Manejo ambiental	9.....	5
Argamassa projetada	3.2.....	2	Materiais	5.1.....	3
Concreto ou argamassa projetada por via úmida	6.2.....	4	Materiais necessários	6.1.3; 6.2.3.....	4
Concreto projetado	3.1.....	2	Objetivo	1.....	1
Condições de conformidade e não conformidade	11.....	6	Prefácio	.....	1
Condições específicas	5.....	3	Processo por via seca	3.3.....	2
Condições gerais	4.....	2	Processo por via úmida	3.4.....	2
Controle de qualidade	5.5.....	3	Referências bibliográficas	2.2.....	2
Critérios de medição	12.....	6	Referências normativas	2.1.....	2
Definições	3.....	2	Referências normativas e bibliográficas	2.....	2
Descrição geral	6.1.1; 6.2.1.....	4	Reflexão (rebound)	3.6.....	2
Descrição geral, equipamentos e equipes básicas	6.....	4	Requisitos de execução	5.3.....	3
Desplacamento	3.7.....	2	Requisitos de projeto	5.2.....	3
Diretrizes complementares	5.6.....	3	Resumo	.....	1
Equipamentos	6.1.4; 6.2.4.....	4;5	Sumário	.....	1
Equipe básica	6.1.5; 6.2.5.....	4;5	Superfície de aplicação	3.5.....	2
